

画像を用いた板金材の二次元姿勢角と位置の計測

長岡技術科学大学

教授 長倉繁磨

(平成元年度研究開発助成 AF - 89013)

1. 研究の背景

研究上の都合により、下記の3テーマについて研究した。

- A. 『屈曲運動生物を模倣した水中推進機構のシミュレーション』
- B. 『高負荷油圧駆動装置の高出力化に関する研究』
- C. 『CCDカメラを用いた物体位置の一測定法』

A. 『屈曲運動生物を模倣した水中推進機構のシミュレーション』の研究の背景

生物には進化の積重ねが満ちており、その単純な形態とそれから生み出される機能から学びとる情報は無限であり、従って生物の力学的現象を工学分野へ応用することは極めて意義深いものと考えられる。そこで、本研究では上記を踏まえて、工学分野への応用例がほとんど見られない水中を屈曲運動により推進する生物に着目し、その運動形態を再現するための第一期段階として、シミュレーションによる解析、検討を行うことにより、実際に離散化要素構成で屈曲推進機構を製作する際の基礎的資料を提示することを目的とした。

B. 『高負荷油圧駆動装置の高出力化に関する研究』の研究の背景

近時、産業界では駆動装置のより一層の増大要求が強まっている。しかし、出力を回転運動で得る場合に限って言えば、アクチュエータ単体のみでは現在の産業界で必要とされるトルクおよび回転速度域を満足することはできない。従って、例えば比較的低速で高負荷駆動が求められる装置は、駆動用のアクチュエータに油圧モータを、出

力側には歯車などによる減速機を用いて高トルクを得る構造となる。本研究においては、このような装置を「高負荷油圧駆動装置」と呼ぶこととし、同装置の高出力化について検討することとした。

C. 『CCDカメラを用いた物体位置の一測定法』の研究の背景

物体の三次元座標を測定する方法として、測定物に直接接触して測定する方法と、間接的に非接触で測定する方法がある。接触式の代表的な装置として三次元測定機がある。これは、高精度に測定物の三次元座標値を測定することができる。しかし、その構造上の制約から大きな測定物の測定を行うことが出来ない。非接触式の測定では三角測量や三辺測量の原理を用いて間接的に測定を行うため測定点が多数の場合に一点ずつ逐次測定して行くため非能率的である。そこで、近年性能の向上の著しいCCDカメラに着目し、CCDカメラで撮像し、その画像データをコンピュータに取り込み、画像処理により物体の三次元座標を高速かつ高精度に測定するシステムを開発することを目的とした。

2. 研究成果の概要

A. 『屈曲運動生物を模倣した水中推進機構のシミュレーション』の研究成果の概要

本研究ではまず初めに、柔軟かつ連続的な生物の屈曲推進運動を工学的に再現する手段として、生物の屈曲波形を離散化した要素構成に置き換えた「離散化モデル」を提案した。なお、このモデルの雛型となる生物の屈曲推進運動に関する基礎

式によるモデルを「生物モデル」と呼ぶこととした。次に、これら離散化モデルと生物につき推進力と推進速度に関して、シミュレーションによる解析を行うことにより両者の差異について比較、検討した。

解析に当たっては、レイノルズ数が1より小さい領域（低レイノルズ数領域）とそれ以上の領域（高レイノルズ数領域）では、推進力および推進速度に関する基礎式が異なるため、これら両領域に対してそれぞれ独立にシミュレーションを行った。

その結果、上記、何れのレイノルズ数領域においても、離散化モデルで屈曲推進運動を行った場合は、推進力および推進速度について周期変動を伴うことが示され、この周期変動について、屈曲波形の波長－振幅比および離散化要素数との関係を明らかにした。また、屈曲推進機構の製作がより現実的かつ具体的な高レイノルズ数領域に関しては、推進速度と推進力について運動開始時からの時間変動のシミュレーションを行った。ここで、推進速度の周期変動について1周期当りの平均速度を算出し、これが一定となった値を収束時平均速度と想定し、振幅および離散化要素数との関係を明らかにした。これに加えて、収束時平均速度に達するまでの時間を平均速度収束時間と定め、振幅および離散化要素数との関係を明らかにした。

これらの結果から、実際に離散化要素構成によって屈曲推進機構を製作する際の基礎的資料を提示することができた。

B. 『高負荷油圧駆動装置の高出力化に関する研究』の研究成果の概要

本研究は高負荷油圧駆動装置の高出力化への設計指針を与えることを主眼目とした。

高負荷油圧駆動装置の高出力化のためには駆動源にあたる油圧モータ（斜板式アキシアルピストンモータ）の高出力化が必要となる。同モータの高出力化は高速化、高圧化で可能となる。ここで、

高圧化を行うと、漏れ流量の増加や部品の強度低下等の問題が生じるが、油圧モータのもうひとつの特徴である力密度（トルク／重量）を大きく増大することができる。そこで、本研究では高圧化の方を高出力化のための手段として選択することとし、使用／設計条件の最苛酷なことが予想されるピストン球部・スリッパ軸受の構造解析を行い、潤滑挙動への影響を検討した。その結果、同部が高圧下で要求機能を果たすに十分な最適設計条件の基礎資料を提供した。

また、減速機（K－H－V遊星歯車装置）の効率の向上も高負荷油圧駆動装置の高出力化のために要求される。同減速機は油浴潤滑法を採用しており、同法は単純で低コスト・小型化に有利な潤滑法であるが、特に高速になるほど潤滑油のかくはん損失が増大する問題が生じる。従って、かくはん損失の原因は何かを調べ、低減することが必要となる。そこで本研究では減速機内部潤滑油流れの可視化を詳細に行うことによりかくはん損失の原因を明確化し、かくはん損失の低減方を提示した。

C. 『CCDカメラを用いた物体位置の一測定法』の研究成果の概要

本研究では画像処理により物体の三次元座標を高速かつ高精度に測定するシステムの第一段階として、二次元平面内での物体の位置を測定するシステムを試作した。その手法は、測定物体にターゲットを取付け、CCDカメラで撮像した画像データよりターゲットの認識、重心座標位置を測定し、その値をキャリブレーションして実際の座標を求めた。また、その特性を調べ、問題点の検討を行った。

重心座標を正確かつ簡単に測定するために、ターゲット画像の形状が測定位置によって変化せず、測定平面内で認識が容易に行えるターゲットの形状をコンピュータシミュレーションにより検討した結果、円形状が適していることを認識した。また、画像の面積が増加する程処理時間がかかる

ことが明らかになった。

ターゲットにはLEDと白い円形状の紙の2種類について、照明は蛍光灯またはリフレクターランプを用いて、本実験システムの特性を実験により調べた。その結果、同一の測定位置においてターゲット画像が変化し再現性が悪いことがわかった。この原因は、CCDカメラの微振動、測定面照度の時間的变化および電気的なドリフトやノイズなどによるものと考えられる。また、光学系による画像の歪曲収差を補正するためには信頼できる測定値が必要であり、再現性をよくするためには実験装置の再検討が必要である。照明装置による画像の影響は蛍光灯の方が発光強度が一定でないため

に再現性が悪くなると予想していたが、実験ではリフレクターランプの方が悪い結果となった。これは、リフレクターランプで照明したときに、ターゲットとCCDカメラ間が高温になり熱によってターゲットの形状が変化して撮像されたためであると考えられる。LEDでの測定は、測定位置による画像の変形が大きく、重心位置が変化してしまうことがわかった。

本実験では、ターゲットが白い円形状の紙で蛍光灯で照明した場合において、ターゲット重心座標の測定誤差は最大0.08 [mm]であった。(このときの測定範囲は $X = Y = 100$ [mm]、1画素の長さが $X = 0.35$ [mm]、 $y = 0.36$ [mm]である。)